

DEGRADATION OF EPOXY RESINS WITH VARIOUS ADITIVES BY SOLAR RADIATION

Lenka Škarabelová

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xskara04@feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Kazelle

E-mail: kazelle@feec.vutbr.cz

Abstract: The aim of the project is to study the fundamentals of chemical and physical properties of dielectric materials with focus on epoxy resins. To learn about possible degradation processes in epoxy resins and the phenomena that cause these processes. Next, to propose a suitable methodology for measuring properties of epoxy resins with different fillers affected by sunlight.

Keywords: Epoxy resins, Degradation processes of epoxy resins, Solar radiation, Solar radiation effects.

1 ÚVOD

K degradaci, tedy změnám fyzikálních a chemických vlastností materiálu dochází během doby životnosti materiálů, a to za působení komplexních vlivů a podmínek jimž je materiál vystaven. Postupně dochází ke znehodnocování materiálu a trvalému zhoršení funkčních vlastností.

2 VLIVY PŘÍSPÍVAJÍCÍ K DEGRADACI EPOXIDOVÝCH PRYSKYŘIC

2.1 ADITIVA

Polymerní materiály s aditivou neboli kompozity jsou struktury, které vzniknou spojením dvou nebo více materiálů s odlišnými vlastnostmi. Jako aditiva mohou být použita plniva částicová, vyztužující, nebo nanoplňniva. Částicová plniva mají tu vlastnost, že zvyšují viskozitu taveniny, zvyšují její tvrdost, tuhost a tepelnou odolnost. Vyztužující aditiva zvyšují v kompozitu jeho pevnost, tuhost a tvarovou stálost, ale naopak snižují jeho ohebnost a tažnost. V případě nanoplňniva dochází ke zlepšení mechanických vlastností kompozitu. Lze jimi nahradit částicová minerální a vláknitá plniva i retardéry hoření. Mezi jejich další výhody pak spadá nepropustnost, odolnost vůči chemikáliím či zvýšení jakosti povrchu a lesku. [1,2]

2.2 KLIMATIČTÍ ČINITELÉ

Při působení slunečního záření dochází k absorpci světelné energie, což způsobí fotochemické reakce, které mohou vést až k odbourávání polymerů. UV záření činí přibližně pěti procentní podíl z celkové sluneční radiace, která dopadá na povrch Země. Na polymery má pak největší vliv UV záření, které má vlnovou délku 290-400 nm, kdy jeho intenzita stoupá s výškou od zemského povrchu. Velikost změn vlastností polymerů závisí především na intenzitě sluneční energie než na samotné době vystavení slunečnímu záření. V případě absorpce UV-záření pak může docházet k několika změnám struktury, kdy může docházet Ramanovým vibracím elektronů, atomů i molekul, nebo může dojít k roztržení vazby apod.

Dalším vlivem, který může způsobit degradaci materiálu je oxidace, kdy může v materiálu docházet ke štěpení řetězců a síťování. Reaktivita s kyslíkem se s počtem dvojných vazeb v hlavním řetězci zvyšuje.

Mezi podstatné faktory způsobující degradaci se dále řadí IR-záření, které je zastoupeno 50 % ve slunečním záření. IR-záření zvyšuje povrchovou teplotu, což přispívá k destrukci polymerů, závisí však na intenzitě slunečního záření. Samo IR-záření není dostatečné k termické degradaci, ale zvyšuje rychlost oxidačních a fotochemických procesů a hydrolyzy.

Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících polymery je voda, která způsobuje odbourávání polymerů. Voda, která se dostane do vnitřní struktury, může působit jako změkčovaadlo, nabobtnat nebo rozrušit některé polymery. Dalším účinkem vody je možný růst mikroorganismů, které následně mohou odbourávat polymery.

Mezi další vlivy se pak může řadit vítr, který sám o sobě nemá příliš velký vliv na degradaci, avšak přenáší atmosférické nečistoty jako je písek, prach, nebo saze, které mohou následně urychlit degradaci materiálu. [3]

2.3 ZMĚNY PROSTŘEDÍ

V případě kolísání teplot během dne pak dochází k rozměrovým změnám a ty mohou být příčinou vnitřního pnutí materiálu, případně vzniku trhlinek v materiálu. Střídáním teplot může docházet ke změnám krystalinity polymerů a tím ke změnám průběhu stárnutí, difúzi kyslíku a ozonu do materiálu. [3]

3 EXPERIMENT

Pro praktickou část byl zvolen experiment, kdy se několik vybraných vzorků se známým složením vystaví na určitou dobu specifickému simulovanému slunečnímu záření, přičemž hlavním zdrojem záření jsou xenonové lampy umístěné ve sluneční komoře. Před i po vystavení vzorků tomuto záření byly změřeny základní elektrické veličiny a po provedení testu následně porovnány a vyhodnoceny.

3.1 PŘÍSTROJ Q-SUN XE-3 XENON TEST CHAMBER

Tuto testovací komoru lze kromě testování polymerních materiálů využít i pro testování práškových nátěrů, provádění zkoušek těsnění pomocí umělé atmosféry, umělé zvětrávání a stárnutí plastů a elastomerů vystavením filtrovanému záření pomocí xenonového oblouku a za pomoci filtrů simulujících okenní sklo. Komora se skládá z několika částí, z nichž mezi hlavní lze zařadit ozařovací xenonové lampy, rozprašovací trysky, senzory hlavních sledovaných veličin a další.

3.2 ULOŽENÍ TESTOVACÍCH VZORKŮ

Při vkládání vzorků do testovací komory je důležité, aby vzorky v žádném případě nepřekrývaly černý panel, mohlo by tak docházet k přehřívání vzorků nebo k poškození černého panelu. Pro ploché vzorky, které budou použity i při navrhovaném měření pak slouží speciální držáky vzorků, do kterých se vzorky vloží a následně jsou umístěny spolu s držáky do určené oblasti komory. Celkem se do této komory je možné umístit 26 držáků o rozměrech 50x100 mm, v případě větších držáků je pak možné do komory umístit 10 držáků o velikostech 75x150 mm, 8 držáků s rozměry 100x150 mm, nebo 6 držáků největší velikosti, tedy 100x200 mm. Při dlouhodobějším testování je vhodné, aby se pozice měřených vzorků postupně měnily v závislosti na délce měření.

3.3 TESTOVACÍ VZORKY

Pro následné testování byly vybrány vzorky technologicky vyrobené a upravené firmou SYNPO. Základní složkou vzorků je materiál CHS-EPODUR 494-1667 a k tomu jsou přidružena různá plniva.

Jako základní složky byly použity: epoxidová pryskyřice (složka A), anhydridické tvrdidlo (složka B), urychlovač (složka C), flexibilizátor (složka D) a různé druhy mikromletých křemenných písků (viz. Tabulka 1)

Vzorek	CHS-EPODUR 494-1667				Pigmentová pasta	Plnivo křemičitý písek*					
	Složka A	Složka B	Složka C	Složka D	BF135M	Silbond	Woll.	ST6/ Ap 60/ 240	Silbond/ Hyd 60/ 240	ST6	(%)
1847	100	85	0,6	17	3	435	-	-	-	-	67,9
1848	100	85	0,6	17	3	-	320	-	-	-	60,9
1849	100	85	0,6	17	3	-	-	380	-	-	64,9
1850	100	85	0,6	17	3	-	-	-	368	-	64,2
1851	100	85	0,6	17	3	-	-	-	-	382	65,0

Tabulka 1: Tabulka vzorků s jejich přesným složením

4 ZÁVĚR

V prvé řadě jsou v tomto článku popsány chemické, mechanické a tepelné vlastnosti epoxidových pryskyřic spolu s možným ovlivněním materiálu aditivy, či ovlivnění prostředím. V neposlední řadě je zde uveden experiment a popis sluneční komory, ve které byl navrhovaný experiment prováděn. Pro tento záměr bylo vybráno několik vzorků vyrobených od firmy SYNPO a rozměrově upravených vodním paprskem, které byly vystaveny po určitou dobu slunečnímu záření se stanovenou intenzitou. Poté bylo provedeno hodnocení těchto „degradovaných“ vzorků, a to porovnáním hodnot naměřených u těchto vzorků před a po vystavení simulovanému slunečnímu záření.

PODĚKOVÁNÍ

Publikace vznikla za finanční podpory projektu specifického výzkumu na VUT (projekt č. FEKT-S-17-4595, Materiály a technologie pro elektrotechniku III).

REFERENCE

- [1] WEISS, Viktorie a Elena STŘIHAVKOVÁ. Polymery. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně, Fakulta výrobních technologií a managementu, 2014. Skripta. ISBN 978-80-7414-738-8. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:4120d5d0-ca55-11e5-bef4-005056827e51>
- [2] DUCHÁČEK, Vratislav. Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití. Vyd. 3., přepral. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2011. ISBN 978-80-7080-788-0.
- [3] MLEZIVA, Josef. Polymery – výroba, struktura, vlastnosti a použití. Praha: Sobotáles, 1993. ISBN 80-901570-4-1